

51

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Int. Cl.:

H 01 f, 27/12

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 21 d2, 50

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 1638 928

Aktenzeichen: P 16 38 928.9 (V 34631)

Anmeldetag: 16. Oktober 1967

Offenlegungstag: 5. August 1971

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

64

Bezeichnung: Transformator mit Lagenwicklung und erzwungener Ölströmung

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

11

Anmelder: VEB Transformatoren- und Röntgenwerk Dresden,  
X 8030 Dresden

Vertreter: —

72

Als Erfinder benannt: Fink, Werner, X 8030 Dresden

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): 15. 9. 1969

DT 1638928

JANUARO 1968

VEB Transform.-und  
Röntgenwerk Dresden

Dresden, den 21. September 1967  
TPA/Hpp/Ga/Wl.

A.Z. . . . .

1638928

TuR-Akte 1161

Transformator mit Lagenwicklung und  
erzwungener Ölströmung

Die Erfindung betrifft einen Transformator mit  
lagenweiser Wicklung und mit erzwungener Ölströ-  
mung in den Kühlkanälen.

Transformatoren großer Leistung lassen sich in  
hinreichendem Maße kühlen, wenn das Kühlöl zu-  
sätzlich zur Thermosiphon-Wirkung noch durch Pum-  
pen gefördert wird.

Entscheidend für den Temperatursprung zwischen  
Wicklung und Kühlöl ist die Wärmeübergangszahl  
bzw. der Wärmeübergangswiderstand. Dieser Wert  
hängt aber maßgeblich von der Art der Strömung  
in den Kanälen der Lagenwicklung ab. Während  
bei turbulenter Strömung eine gleichmäßig hohe  
Wärmeübergangszahl über der ganzen Wicklungslänge  
angenommen werden kann, ist der Wärmeübergang bei  
laminarer Strömung sehr verschieden. Abgesehen  
von den sogenannten Anlaufstrecken der laminaren  
Strömung, in denen eine gute Wärmeübertragung  
von dem Leiter auf das Kühlöl vorliegt, ist in

109832/0264

- 2 -

BAD ORIGINAL

den Gebieten mit ausgebildeter laminarer Strömung die Abführung von Wärme durch Konvektion, verglichen mit Gebieten mit turbulenter Strömung, wesentlich schlechter. Das kommt daher, daß sich aus der anfänglich dünnen Grenzschicht, die sich ergibt, weil an der Oberfläche des Leiters Flüssigkeit haftet, die die gleiche Temperatur wie der Leiter aufweist, ein Temperaturfeld entwickelt, das an dem Leiter beginnt und zur Achse des Kühlkanales fortschreitet. Nach Überschreiten dieser thermischen Anlaufstrecke sinkt die Wärmeübergangszahl erheblich ab und die Wärmeabführung durch Konvektion ist vermindert.

Turbulente Strömungsverhältnisse lassen sich aber andererseits in den Kühlkanälen von Lagewicklungen schwer erzwingen, was sich aus folgendem ergibt: Die Kühlkanäle zwischen den Lagen lassen sich aus technologischen Gründen nicht beliebig schmal ausführen, insbesondere weil eine ungewollte Verdeckung des Kanales jede Ölströmung und damit Kühlung unterbinden würde. Deshalb sind Kühlkanalbreiten von 3 bis mm kaum zu unterbieten. Damit ist aber der Querschnitt des Kanales praktisch vorgegeben, denn der Durchmesser der Wicklung ist durch andere Zusammenhänge bedingt.

109832/0264

BAD ORIGINAL

Da es sich bei den Kühlkanälen von Lagenwicklungen um sogenannte konzentrische Ringspalten handelt, müßte, um mit turbulenter Strömung rechnen zu können, eine Reynoldssche Zahl von  $> 2300$  erreicht werden. Da aber andererseits die Reynoldssche Zahl für eine bestimmte geometrische Abmessung außer von einigen Stoffkonstanten lediglich noch von der Geschwindigkeit abhängt, ergibt sich, daß bei den für turbulente Strömung notwendigen Geschwindigkeiten und den Abmessungen der Kanäle derartige Ölmengen gefördert werden müßten, daß die Aufwendungen für die Pumpen-Aggregate erheblich wären. Aus diesen Gründen nimmt man, will man die erheblichen Aufwendungen für die Pumpen-Aggregate nicht aufbringen, laminares Strömungsverhalten mit seinem schlechten Wärmeübergang in Kauf.

Es ist Zweck der vorliegenden Erfindung, die Kühlung von Transformatoren mit Lagenwicklung und erzwungener Ölströmung zu verbessern.

Aufgabe der Erfindung ist es, ohne Erzwingung von turbulenter Strömung durch Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit den Wärmeübergang bei Lagenwicklungen und erzwungener Ölströmung mit einfachen Mitteln zu verbessern.

109832/0264

BAD ORIGINAL

- 4 -

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zwischen den Windungen angeordnete, aus der Lage herausragende, aus Isolierstoff bestehende Teile vorgesehen sind, die die laminare Strömung aufreißen und immer wieder neue Anlaufstrecken schaffen, in denen Turbulenz herrscht. Am zweckmäßigsten lassen sich solche Wirbelbildner schaffen, indem Preßspanstreifen als Beilauf gewickelt wird, wobei die Höhe der Preßspanstreifen größer sein muß, als die Stärke der Wickeldrähte.

Zweckmäßigerweise werden die Wirbelbildner in einem Abstand voneinander angeordnet, der ungefähr so groß oder kleiner als die thermische Anlaufstrecke ist.

Zwar ist es an sich bekannt, bei Wärmetauschern in den Kanälen Wirbelbildner einzubauen. Diese stehen entweder mit den Kanalwänden in Verbindung und wirken dann als Rippen, oder sind zentrisch in den Rohren angeordnet. Da bei Wärmetauschern nicht wie bei Wicklungen elektrische Potentialunterschiede zwischen den zu kühlenden Flächen bestehen und die Platten der Wärmetauscher metallisch blank und nicht, wie die Windungen der Wicklungen, mit Papier isoliert sind, bestehen dort nicht nur gänzlich andere Verhältnisse hin-

109832/0264

sichtlich der Dimensionierung der Wirbelbildner, sondern es bestehen auch keine Probleme bezüglich der Anordnung und Befestigung derselben in den von Kühlflüssigkeit durchströmten Kanälen.

Anhand eines Ausführungsbeispieles wird der Gegenstand der Erfindung näher beschrieben. Die zugehörige Zeichnung zeigt einen Ausschnitt aus einer Lage einer Wicklung eines Transformators.

Auf einem Wickelrohr 1 sind mit Papier 2 isolierte Leiter 3 aufgewickelt. Zwischen dem Leiter 3 und einem Wickelrohr 4 für die nächste Lage ist ein Kühlkanal 5 vorgesehen, der von Öl durchströmt wird. Um die Ausbildung einer laminaren Strömung zu vermeiden und immer wieder neue Anlaufstrecken zu schaffen, in denen Turbulenz herrscht und in deren Bereich die Wärmeübergangszahl verhältnismäßig hoch liegt, sind Wirbelbildner 6 vorgesehen, die in Form von Beilauf aus Pressspan zwischen die Windungen der Lagenwicklung eingewickelt sind.

Diese Anordnung sorgt nicht nur dafür, daß die Ausbildung einer laminaren Strömung bei erzwungenem Ölumlauß vermieden wird, sie ist auch hinsichtlich des erforderlichen Aufwandes gering und verschlechtert in keiner Weise die Isolation der Wicklung.

109832/0264

BAD ORIGINAL

TPA/Bpp/GG/...

Selegexemplar  
Darf nicht geändert werden

6

## P a t e n t a n s p r ü c h e

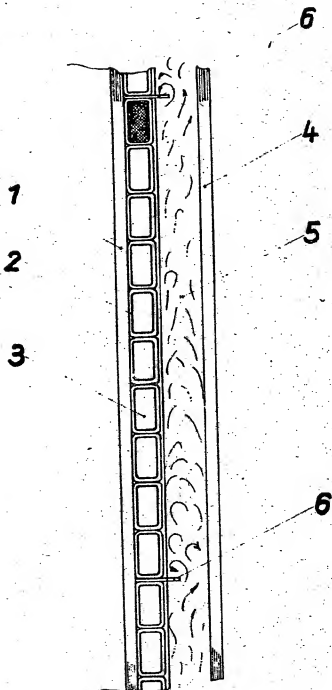
1. Transformator mit lagenweiser Wicklung und erzwungener Ölströmung in den Kühlkanälen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Windungen angeordnete, aus der Lage herausragende, aus Isolierstoff bestehende Teile vorgesehen sind zur Schaffung immer neuer Anlaufstrecken für die Strömung, in denen Turbulenz herrscht.
2. Transformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Lage herausragenden Teile als Beilauf gewickelt sind.
3. Transformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Lage herausragenden Teile in Abständen angeordnet sind, die ungefähr gleich oder kleiner den thermischen Anlaufstrecken sind.

109832/0264

BAD ORIGINAL

1638928

-7-



BAD ORIGINAL

109832/0264